

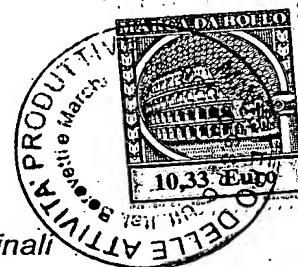


Ministero delle Attività Produttive
Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi
Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

N. TO 2003 A 000309



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

31 MAG. 2004

Roma, li

IL FUNZIONARIO

Giampietro Carlotto

Giampietro Carlotto

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO MODULO A

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione STMICROELECTRONICS S.R.L. N. IS.R
Residenza AGRATE BRIANZA (MI) codice 00951900968
2) Denominazione _____
Residenza _____ codice _____

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome CERBARO Elena e altri cod. fiscale _____
denominazione studio di appartenenza STUDIO TORTA S.r.l.
via Viotti n. 0009 città TORINO cap 10121 (prov) TO

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via _____ n. _____ città _____ cap _____ (prov) _____

D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/sci) _____ gruppo/sottogruppo _____

DISPOSITIVO DI MISURA DELLA POSIZIONE ANGOLARE RELATIVA DI DUE CORPI RISPETTO A UN PUNTO E
PROTESI ARTICOLARE PROVISTA DI TALE DISPOSITIVO

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☐

SE ISTANZA: DATA _____ N° PROTOCOLLO _____

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

1) PASOLINI Fabio 3) _____
2) _____ 4) _____

F. PRIORITÀ

| nazione o organizzazione | tipo di priorità | numero di domanda | data di deposito | allegato S/R | SCIOGLIMENTO RISERVE | |
|--------------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------|----------------------|---------------|
| | | | | | Data | N° Protocollo |
| 1) _____ | _____ | _____ | ____/____/____ | _____ | ____/____/____ | _____ |
| 2) _____ | _____ | _____ | ____/____/____ | _____ | ____/____/____ | _____ |

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA CULTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

Per la migliore comprensione dell'invenzione è stato necessario depositare disegni con diciture come
convenuto dalla Convenzione Europea sulle formalità alle quali l'Italia ha aderito.

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) ☐ PROV n. pag. 17 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)
Doc. 2) ☐ PROV n. lav. 02 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)
Doc. 3) ☐ RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale
Doc. 4) ☐ RIS designazione inventore
Doc. 5) ☐ RIS documenti di priorità con traduzione in italiano
Doc. 6) ☐ RIS autorizzazione o atto di cessione
Doc. 7) ☐ nominativo completo del richiedente

| SCIOGLIMENTO RISERVE | |
|----------------------------|---------------|
| Data | N° Protocollo |
| ____/____/____ | _____ |
| ____/____/____ | _____ |
| ____/____/____ | _____ |
| ____/____/____ | _____ |
| confronta singole priorità | |
| ____/____/____ | _____ |

8) attestati di versamento, totale Euro Centottantotto/51COMPILATO IL 18 04 2003 FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)CONTINUA SU NOCERBARO ElenaDEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SU SICAMERA DI COMMERCIO IND. ART. AGR. DI TORINO

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

TO 2003 A 000309L'anno duemilatreil giorno diciottodel mese di Aprileil (i) richiedente (i) sopraindicato (i) ha (hanno) presentato 00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraindicato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE

IL DEPOSITANTE
P. STUDIO TORTA S.r.l.
Roberto PIZZONZANO

CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
TORINOtimbro
dell'ufficio

Enrico VIGLIO
UFFICIALE ROGANTE
CATEGORIA

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

NUMERO DOMANDA

TO 2003 A 000 309 REG. A

DATA DI DEPOSITO 1.8 / 0.4 / 20.0.31

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO / /

A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione

STMICROELECTRONICS S.R.L.

Residenza

AGRATE BRIANZA (MI)

D. TITOLO

DISPOSITIVO DI MISURA DELLA POSIZIONE ANGOLARE RELATIVA DI DUE CORPI RISPETTO A UN PUNTO E
PROTESI ARTICOLARE PROVISTA DI TALE DISPOSITIVO

Classe proposta (sez./cl./scl/)

(gruppo/sottogruppo) /

L. RIASSUNTO

Un dispositivo di misura della posizione angolare relativa di due corpi rispetto a un punto è provvisto un primo e un secondo elemento di misura (17, 18), relativamente mobili fra loro e collegabili a un primo e, rispettivamente, a un secondo corpo (11, 12); il primo elemento di misura (17) include un primo sensore di inclinazione, avente un primo asse di rilevamento (A_1) e fornente un primo segnale di inclinazione (S_1), correlato a un primo angolo di inclinazione (α_1) del primo asse di rilevamento (A_1) rispetto a un asse di riferimento (R), e il secondo elemento di misura (18) comprende un secondo sensore di inclinazione, avente un secondo asse di rilevamento (A_2) e fornente un secondo segnale di inclinazione (S_2), correlato a un secondo angolo di inclinazione (α_2) del secondo asse di rilevamento (A_2) rispetto all'asse di riferimento (R).

M. DISEGNO

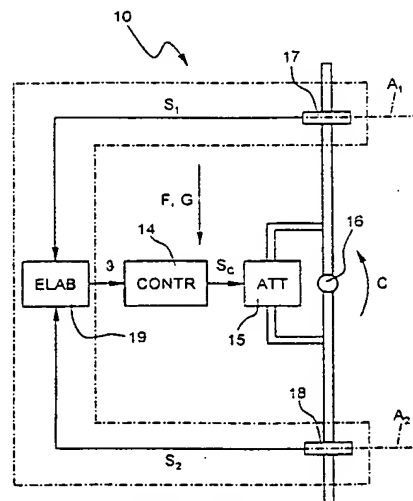


Fig. 3

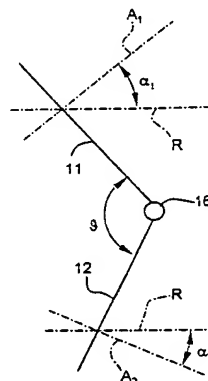


Fig. 4



16
CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI TORINO

TO 2003A000309

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale
di STMICROELECTRONICS S.R.L.
di nazionalità italiana,
con sede a 20041 AGRATE BRIANZA (MILANO) - VIA C. OLIVETTI, 2
Inventore: PASOLINI Fabio

*** **

La presente invenzione si riferisce ad un dispositivo di misura della posizione angolare relativa di due corpi rispetto a un punto e a un a protesi articolare provvista di tale dispositivo.

Come è noto, sono state sviluppate protesi articolari attive, che, applicate a un paziente, consentono un recupero della funzionalità dell'arto lesa o mancante molto più efficace rispetto alle tradizionali protesi passive. In particolare, le protesi articolari attive per gli arti inferiori (ginocchio e caviglia) tendono a facilitare i movimenti del paziente durante la deambulazione.

Le protesi articolari attive comprendono una coppia di organi scheletrici artificiali (ad esempio, protesi di tibia e femore), reciprocamente collegati a cerniera, in modo da formare un'articolazione, e sono provviste di un'unità di controllo, di un sensore di posizione angolare e di un attuatore, capace di fornire una coppia fra gli organi scheletrici artificiali presenti nell'articolazione.

CERRARO Elena
Iscrizione Albo n° 426/BM

Il sensore di posizione angolare rileva la posizione angolare relativa degli organi scheletrici e l'unità di controllo, in base alle informazioni fornite dal sensore di posizione angolare, aziona l'attuatore in modo da controllare il movimento di flessione-estensione dell'articolazione, specialmente durante la deambulazione.

Nelle protesi articolari note, vengono normalmente utilizzati sensori di posizione angolare di tipo resistivo (potenziometri angolari) o induttivo. I potenziometri angolari vengono utilizzati per realizzare partitori di tensione con rapporto di partizione variabile. Più precisamente, un potenziometro angolare è provvisto di un elemento resistivo e di un cursore mobile, in contatto elettrico strisciante con l'elemento resistivo. L'elemento resistivo, solidale con uno degli organi scheletrici, è così suddiviso in due porzioni resistive e il rapporto di partizione fra le due porzioni resistive dipende dalla posizione del cursore, che è solidale con l'altro organo scheletrico. L'informazione sulla posizione angolare degli organi scheletrici è perciò fornita dal valore del rapporto di partizione. I sensori angolari di tipo induttivo sono basati sulla rilevazione della corrente fluente in un primo avvolgimento a causa delle variazioni di un campo magnetico generato da un secondo avvolgimento, angolarmente mobile rispetto al primo avvolgimento. In particolare, le variazioni

CERBANO ELENA
(scrittura Albo n° 426/BM)

della posizione angolare relativa dei due avvolgimenti (ciascuno solidale a un rispettivo organo scheletrico) modificano il flusso magnetico concatenato dal primo avvolgimento, che quindi è sottoposto a una forza elettromotrice indotta ed è attraversato da una corrente.

Entrambi i tipi di sensori descritti, tuttavia, che soffrono di seri inconvenienti che ne limitano le prestazioni e la possibilità di utilizzo. In particolare, i potenziometri angolari sono facilmente soggetti a rotture, hanno ingombro notevole e solitamente richiedono un montaggio estremamente accurato, in quanto anche minimi disallineamenti sono critici per il funzionamento. Inoltre, i potenziometri angolari hanno problemi di usura meccanica, a causa dei contatti striscianti. Nel caso di impiego per protesi del ginocchio o della caviglia, tali problemi di usura sono aggravati dall'utilizzo intensivo del sensore. I sensori angolari di tipo induttivo sono più robusti, hanno migliore linearità e non presentano problemi di usura meccanica. Tuttavia, l'ingombro dei sensori induttivi è considerevole, a causa sia dei circuiti elettronici di controllo, sia dell'albero necessario per il collegamento di uno degli avvolgimenti al rispettivo organo scheletrico. I sensori induttivi sono perciò poco adatti a essere miniaturizzati e integrati in una protesi.

Scopo della presente invenzione è realizzare un di-

CERVARO ELEVA
Iscrizione Albo n° 426/BMI

spositivo di misura della posizione relativa di due corpi rispetto a un punto e una protesi articolare incorporante tale dispositivo, che siano privi degli inconvenienti descritti.

Secondo la presente invenzione vengono realizzati un dispositivo di misura della posizione relativa di due corpi rispetto a un punto e una protesi articolare incorporante tale dispositivo, come definiti nella rivendicazione 1 e, rispettivamente, 8.

Per una migliore comprensione dell'invenzione, ne viene ora descritta una forma di realizzazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 è una vista schematica in pianta di un sensore inerziale noto;

- le figura 2a, 2b mostrano schematicamente il sensore inerziale di figura 1 in diverse configurazioni operative;

- la figura 3 è uno schema a blocchi di una protesi incorporante il dispositivo secondo la presente invenzione;

- la figura 4 mostra schematicamente la protesi di figura 3 in una diversa configurazione operativa; e

- la figura 5 è uno schema a blocchi più dettagliato di una parte dello schema di figura 3.

In figura 1, è illustrato un sensore inerziale 1 li-

CEDARO ELEN
Iscrizione Albo nr 426/BW



neare di tipo micro-elettro-meccanico (o MEMS), di per sé noto, avente un asse di rilevamento A preferenziale; in particolare, nella configurazione di figura 1, l'asse di rilevamento A del sensore 1 è orizzontale e quindi perpendicolare alla direzione dell'accelerazione di gravità G. Il sensore inerziale 1 comprende uno statore 2 e una massa mobile 3, fra loro collegati mediante molle 4 in modo che la massa mobile 3 possa traslare parallelamente all'asse di rilevamento A.

Lo statore 2 e la massa mobile 3 sono provvisti di una pluralità di primi e secondi elettrodi statorici 5', 5" e, rispettivamente, di una pluralità di elettrodi mobili 6. Ogni elettrodo mobile 6 è compreso fra due rispettivi elettrodi statorici 5', 5", ai quali è parzialmente affacciato; di conseguenza, ciascun elettrodo mobile 6 forma con i due elettrodi fissi 5', 5" adiacenti un primo e, rispettivamente, un secondo condensatore a facce piane e parallele. Inoltre, tutti i primi elettrodi statorici 5' sono collegati a un primo terminale statorico 1a e tutti i secondi elettrodi statorici 5" sono collegati a un secondo terminale statorico 1b, mentre gli elettrodi mobili 6 sono collegati a massa. Dal punto di vista elettrico, quindi, il sensore inerziale 1 è schematizzabile mediante un primo e un secondo condensatore equivalente 8, 9 (qui illustrati con linea a tratteggio), aventi primi terminali collegati al primo e,

CERVARO Elettro
Iscrizione Albo n° 426/BAI

rispettivamente, al secondo terminale statorico 1a, 1b e secondi terminali collegati a massa. Inoltre, il primo e il secondo condensatore equivalente 8, 9 hanno capacità variabile e correlata alla posizione relativa della massa mobile 3 rispetto al rotore 2; in particolare, la capacità dei condensatori equivalenti 8, 9 a riposo sono uguali e presentano uno sbilanciamento in presenza di un'accelerazione orientata secondo l'asse di rilevamento A. Lo sbilanciamento capacitivo è perciò indicativo della componente della risultante delle forze agenti sulla massa mobile 3 parallela all'asse di rilevamento A.

Nella configurazione di figura 1, l'accelerazione di gravità G è perpendicolare all'asse di rilevamento A quindi la forza di gravità F agente sulla massa mobile 3 non comporta alcuno spostamento della massa mobile 3 stessa. Nelle figure 2a, 2b, sono invece rispettivamente mostrate una prima configurazione, in cui l'asse di rilevamento A è verticale e quindi parallelo alla forza di gravità F, e una seconda configurazione, in cui l'asse di rilevamento A è inclinato di un angolo φ rispetto a un asse orizzontale (e quindi forma un angolo di $90-\varphi$ gradi con l'accelerazione di gravità G). Nel caso di figura 2b, la componente F_A della forza di gravità F lungo l'asse di rilevamento A è:

$$F_A = F \sin \varphi. \quad (1)$$

CERLARO ELENA
Iscrizione Albo nr 426/BMI

Chiaramente, lo sbilanciamento capacitivo del sensore inerziale 1 è proporzionale alla componente F_A . Dall'equazione (1) si può facilmente risalire all'inclinazione dell'asse di rilevamento A rispetto all'asse di riferimento R orizzontale:

$$\varphi = \arcsin (F_A/F) \quad (2)$$

In pratica, quindi, il sensore inerziale 1 può essere utilizzato come inclinometro.

Con riferimento alla figura 3, una protesi articolare 10 realizzata secondo la presente invenzione, in particolare una protesi di un ginocchio, comprende un femore 11 e una tibia 12 artificiali, un dispositivo 13 di misura della posizione angolare relativa del femore 11 e della tibia 12, un'unità di controllo 14 e un attuatore 15. In figura 3, il femore 11 e la tibia 12 sono rappresentati schematicamente mediante aste, aventi rispettive estremità reciprocamente collegate da una cerniera 16.

Il dispositivo 13 comprende un primo e un secondo sensore inerziale 17, 18 e un'unità di elaborazione 19, collegata all'unità di controllo 14. Il primo e il secondo sensore inerziale 17, 18, sono identici al sensore inerziale 1 di figura 1, hanno rispettivi assi di rilevamento A_1 , A_2 preferenziali e sono montati sul femore 11 e, rispettivamente, sulla tibia 12. Più precisamente, il primo e il secondo sensore inerziale 11, 12 sono sostanzialmente per-

pendicolari all'asse del femore 11 e della tibia 12, in modo che, quando il femore 11 e la tibia 12 sono allineati in direzione verticale, gli assi di rilevamento A_1 , A_2 del primo e del secondo sensore inerziale 17, 18 sono orizzontali e dunque perpendicolari alla direzione dell'accelerazione di gravità G (configurazione di figura 3). Inoltre, gli assi di rilevamento A_1 , A_2 del primo e del secondo sensore inerziale 17, 18 sono sostanzialmente coplanari.

Uscite 17a, 18a del primo e del secondo sensore inerziale 17, 18 sono inoltre collegate all'unità di elaborazione 19, per fornire un primo e, rispettivamente, un secondo segnale di inclinazione S_1 , S_2 . In particolare, il primo e il secondo segnale di inclinazione S_1 , S_2 sono correlati agli sbilanciamenti capacitivi causati dalle risultanti delle forze agenti parallelamente al primo asse di rilevamento A_1 del primo sensore inerziale 11 e, rispettivamente, al secondo asse di rilevamento A_2 del secondo sensore inerziale 12. Sulla base del primo e del secondo segnale di inclinazione S_1 , S_2 , l'unità di elaborazione 19 fornisce all'unità di controllo 14 il valore di un angolo ϑ compreso fra gli assi del femore 11 e della tibia 12 (si veda anche la figura 4). A sua volta, l'unità di controllo 14 ha un'uscita collegata all'attuatore 15 e fornente un segnale di controllo S_c correlato al valore dell'angolo ϑ .

CERBARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW



Inoltre, l'unità di controllo 14 e l'unità di elaborazione 19 sono preferibilmente integrate in un unico corpo semiconduttore.

L'attuatore 15 è collegato al femore 11 e alla tibia 12 e, sulla base del segnale di controllo S_c , fornisce una coppia C tendente a ruotare relativamente il femore 11 e la tibia 12 attorno alla cerniera 16. La figura 4 illustra una diversa configurazione della protesi articolare 10, in uso. In questo caso, il femore 11 e la tibia 12 formano fra loro un angolo ϑ minore di 180° , mentre il primo e il secondo asse di rilevamento A_1 , A_2 formano un primo e, rispettivamente, un secondo angolo α_1 , α_2 rispetto ad un asse di riferimento R orizzontale. Più precisamente, l'angolo ϑ definito dalle rette congiungenti la cerniera 16 e il primo e il secondo sensore inerziale 17, 18. Tali rette coincidono sostanzialmente con gli assi longitudinali del femore 11 e della tibia 12. Fra gli angoli α_1 , α_2 , ϑ sussiste la seguente relazione:

$$\vartheta = 180^\circ - \alpha_1 - \alpha_2 \quad (3)$$

In particolare, gli angoli α_1 , α_2 sono considerati positivi se corrispondenti a rotazioni orarie e negativi in caso contrario. Inoltre, i segnali di inclinazione S_1 , S_2 sono dati da:

$$S_1 = S_{1MAX} \sin \alpha_1 \quad (4)$$

$$S_2 = S_{2MAX} \sin \alpha_2 \quad (5)$$

dove S_{1MAX} , S_{2MAX} sono i valori massimi dei segnali di inclinazione S_1 , S_2 , misurabili quando $\alpha_1 = 90^\circ$ e, rispettivamente, quando $\alpha_2 = 90^\circ$.

Il segnale di controllo S_c fornito dall'unità di controllo 19 è correlato all'angolo θ fra il femore 11 e la tibia 12, come spiegato di seguito, e, in pratica, permette di azionare l'attuatore 15 in base al movimento del paziente. In particolare, l'attuatore 15 è utilizzabile come freno quando la protesi viene caricata in fase di appoggio durante la deambulazione, in modo da rendere la deambulazione stessa più naturale.

Come mostrato in figura 5, l'unità di elaborazione 19 comprende una prima linea di elaborazione 20, ricevente in ingresso il primo segnale di inclinazione S_1 , una seconda linea di elaborazione 21, ricevente in ingresso il secondo segnale di inclinazione S_2 e un'unità di calcolo 22.

La prima e la seconda linea di elaborazione 20, 21 comprendono rispettivi convertitori analogico-digitale 22, unità di soppressione spike 23, unità di filtraggio 24 e tabelle di arcoseno 25, fra loro collegati in cascata. Le unità di soppressione spike 23 sono di per sé note e, preferibilmente, sono del tipo descritto nel Brevetto Europeo EP-A-1 271 771 della stessa Richiedente. Le unità di soppressione spike 23 e le unità di filtraggio 24, anch'esse note e preferibilmente di tipo numerico, eliminano dai se-

CERRARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BMI

gnali S_1 , S_2 le componenti rumorose dovute, ad esempio, a vibrazioni trasmesse ai sensori inerziali 17, 18 in fase di appoggio o di slancio durante la deambulazione. In pratica, le unità di filtraggio 24 della prima e della seconda linea di elaborazione 20, 21 forniscono alle rispettive tabelle di arcoseno 25 un primo e, rispettivamente, un secondo segnale di inclinazione filtrato S_{1F} , S_{2F} , che sono correlati al solo contributo della forza di gravità F e da cui è possibile risalire ai valori del primo e del secondo angolo α_1 , α_2 .

Le tabelle di arcoseno 25 (look-up table) della prima e della seconda linea di elaborazione 20, 21 hanno uscite collegate all'unità di calcolo 22 e forniscono valori del primo e, rispettivamente, del secondo angolo α_1 , α_2 , che vengono selezionati in modo noto in base ai valori del primo e, rispettivamente, del secondo segnale di inclinazione filtrato S_{1F} , S_{2F} . L'unità di calcolo 22 determina il valore dell'angolo ϑ in base all'espressione (3) e lo fornisce all'unità di controllo 14 (figura 3), che, come accennato in precedenza, determina il valore del segnale di controllo S_c da fornire all'attuatore 15.

I vantaggi dell'invenzione risultano chiaramente da quanto sopra descritto e sono principalmente dovuti all'utilizzo di sensori inerziali micro-elettro-meccanici. Tali sensori inerziali, infatti, sono estremamente compatti

e quindi sono particolarmente adatti alla miniaturizzazione; inoltre, non presentano problemi di montaggio agli organi scheletrici artificiali ed eventuali disallineamenti possono essere agevolmente compensati prevedendo un angolo di offset durante la calibrazione. Un altro vantaggio dei sensori micro-elettro-meccanici è che le parti mobili sono sostanzialmente prive di attrito e quindi l'usura meccanica è minima. Inoltre, l'assorbimento di potenza dei sensori micro-elettro-meccanici è praticamente trascurabile.

Il dispositivo descritto permette poi di determinare la postura del paziente e di disattivare o porre in condizione di attesa (stand-by) l'attuatore quando il paziente non deambula. In particolare, il dispositivo è in grado di riconoscere che il paziente è seduto ($\alpha_1 \cong -90^\circ, \alpha_2 \cong 0^\circ$) e che il paziente è sdraiato ($\alpha_1 \cong \alpha_2 \cong -90^\circ$). In questo modo, è possibile ridurre significativamente il consumo di potenza.

Risulta infine evidente che al dispositivo descritto possono essere apportate modifiche e varianti, senza uscire dall'ambito della presente invenzione. In primo luogo, il dispositivo può essere integrato in una protesi di una diversa articolazione, in particolare della caviglia. Inoltre, i sensori potrebbero essere orientati diversamente rispetto agli organi scheletrici (ad esempio, potrebbero essere paralleli agli assi degli organi scheletrici) e uti-

CERVARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BW



lizzare direzioni di riferimento diverse dalla direzione orizzontale per il calcolo degli angoli di inclinazione α_1 , α_2 . Ovviamente, è possibile basare il calcolo dell'angolo θ su angoli. Le tabelle di arcoseno potrebbero poi essere sostituite con diversi circuiti capaci di eseguire l'operazione di estrazione dell'arcoseno sia in software, sia direttamente in hardware.

CERRARO ELETTA
Iscrizione Albo nr 426/BM/

R I V E N D I C A Z I O N I

1. Dispositivo di misura della posizione angolare relativa di due corpi rispetto a un punto, comprendente un primo e un secondo elemento di misura (17, 18), relativamente mobili fra loro e collegabili a un primo e, rispettivamente, a un secondo corpo (11, 12), caratterizzato dal fatto che detto primo elemento di misura (17) comprende un primo sensore di inclinazione, avente un primo asse di rilevamento (A_1) e fornente un primo segnale di inclinazione (S_1), correlato a un primo angolo di inclinazione (α_1) di detto primo asse di rilevamento (A_1) rispetto a un asse di riferimento (R), e detto secondo elemento di misura (18) comprende un secondo sensore di inclinazione, avente un secondo asse di rilevamento (A_2) e fornente un secondo segnale di inclinazione (S_2), correlato a un secondo angolo di inclinazione (α_2) di detto secondo asse di rilevamento (A_2) rispetto a detto asse di riferimento (R).

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti primo e secondo sensore di inclinazione (17, 18) comprendono un primo e, rispettivamente, un secondo sensore inerziale.

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti primo e secondo sensore inerziale (17, 18) sono sensori micro-elettro-meccanici a sbilanciamento capacitivo.

CERARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BM

4. Dispositivo secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detti primo e secondo sensore inerziale (17, 18) sono sensori micro-elettro-meccanici lineari.

5. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere un'unità di elaborazione (19), collegata a detti primo e secondo sensore di inclinazione (17, 18) per ricevere detti primo e secondo segnale di inclinazione (S_1 , S_2) e fornente un valore di un angolo fra detti primo e secondo corpo (11, 12) rispetto a un prefissato centro (16).

6. Dispositivo secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detta unità di elaborazione comprende una prima e una seconda linea di elaborazione (20, 21), collegate a detti primo e, rispettivamente, secondo sensore inerziale (17, 18) per ricevere detti primo e, rispettivamente, secondo segnale di inclinazione (S_1 , S_2) e aventi uscite fornenti valori di detti primo e, rispettivamente, secondo angolo di inclinazione (α_1 , α_2).

7. Dispositivo secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che dette prima e seconda linea di elaborazione (20, 21) comprendono rispettivi circuiti di filtraggio (22, 23).

8. Protesi articolare, comprendente un primo e un secondo organo scheletrico (11, 12) artificiali, reciproca-

CERRARO Elena
Iscrizione Albo nr 426/BMI

mente collegati mediante una cerniera (16), e un dispositivo (13) di misura della posizione angolare relativa di due corpi rispetto a un punto, per determinare la posizione angolare relativa di detti primo e secondo organo scheletrico (11, 12) rispetto a detta cerniera (16); caratterizzata dal fatto che detto dispositivo (13) è realizzato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-7.

9. Protesi secondo la rivendicazione 8, caratterizzata dal fatto che detto primo sensore inerziale (17) è solidalmente collegato a detto primo organo scheletrico (11) e detto secondo sensore inerziale (18) è solidalmente collegato a detto secondo organo scheletrico (12).

10. Protesi secondo la rivendicazione 8 o 9, caratterizzato dal fatto che detti primo e secondo asse di rilevamento (A_1 , A_2) sono sostanzialmente complanari.

11. Protesi secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 8-10, caratterizzata dal fatto di comprendere un attuatore (15), fornente una coppia (C) fra detti primo e secondo organo scheletrico (11, 12).

12. Protesi secondo la rivendicazione 11, caratterizzata dal fatto di comprendere un'unità di controllo (14) associata a detto attuatore (15) per controllare detto attuatore (15) in base a detti primo e secondo segnale di inclinazione (S_1 , S_2).

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

CERRARO Elvio
(iscrizione Albo nr 426/BMI)

- 17 -

CERRARO Elvio
iscrizione Albo nr 426/BMI



CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI TORINO

TO 2003 A 000309

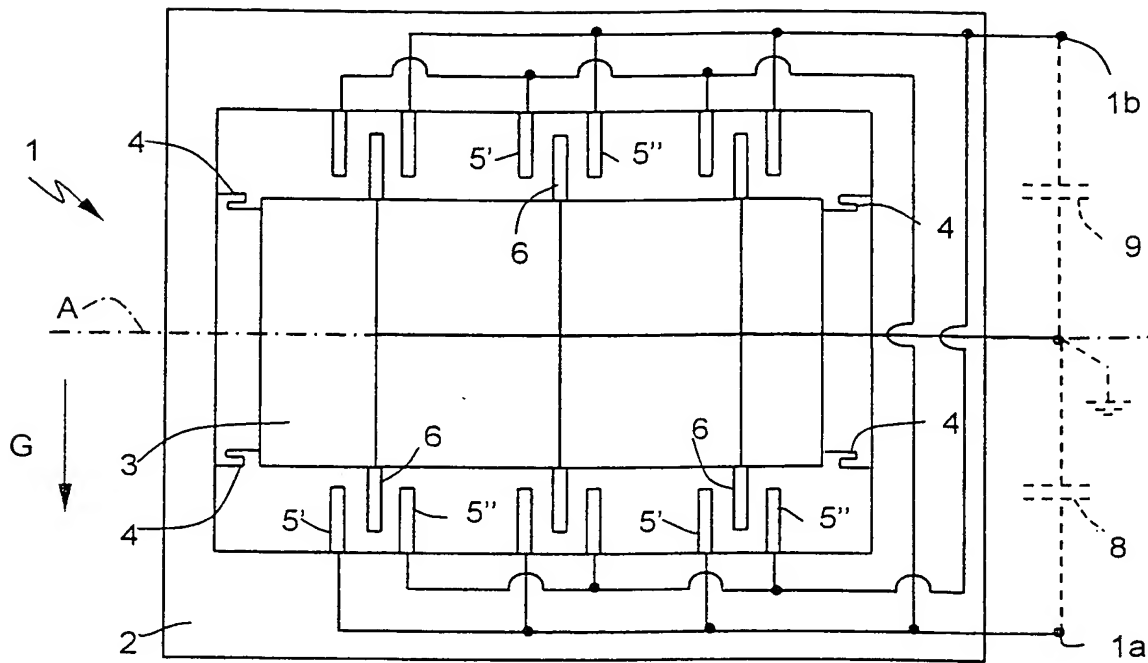


Fig. 1

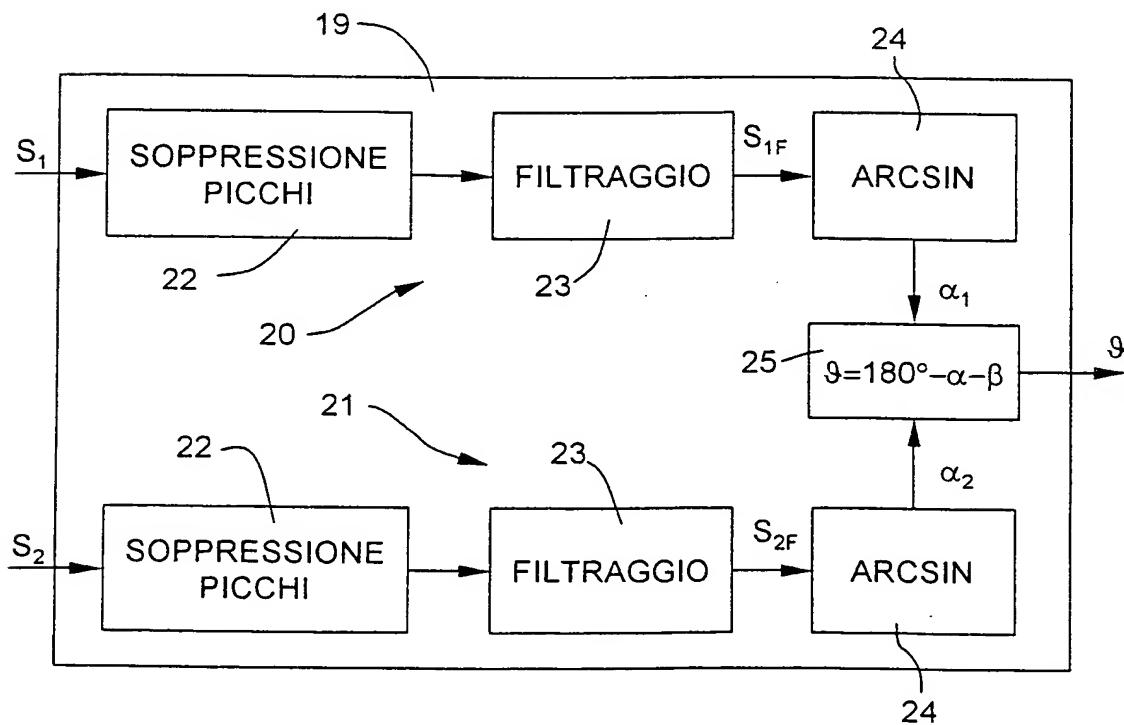


Fig. 5

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

CECCARO Elena

(iscrizione Albo nr 426/BMI)

CAMERA DI COMMERCIO
INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI TORINO

TO 2003A 000309

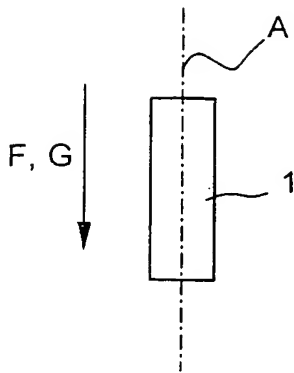


Fig. 2a

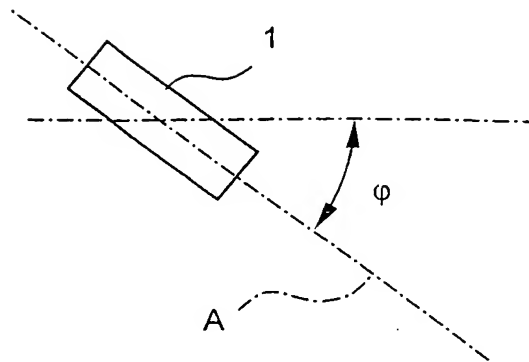


Fig. 2b

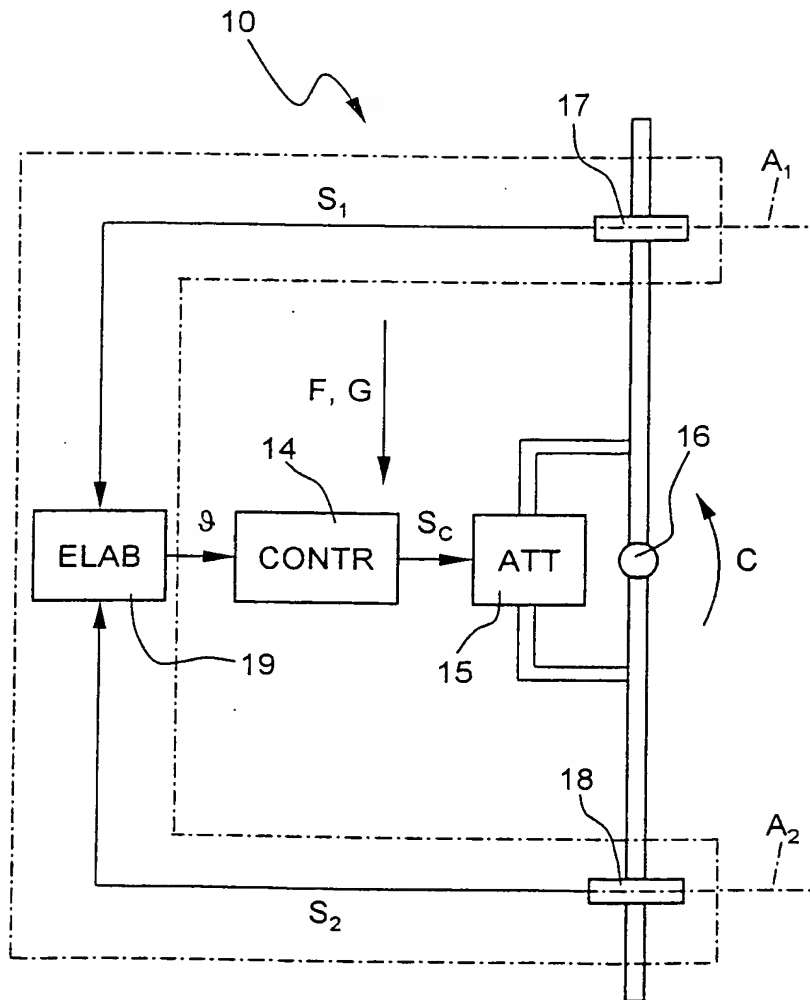


Fig. 3

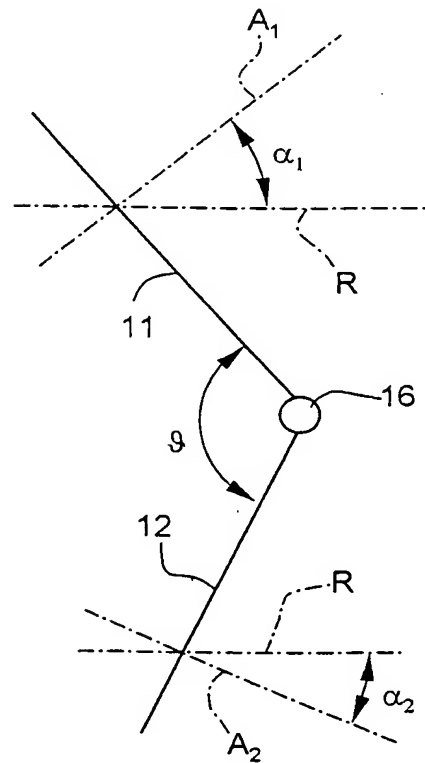


Fig. 4